مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۵، شماره ۱، سال ۱۳۹۸

ارزیابی تحمل به تنش سرما و برخی خصوصیات زراعی لاین‌های امیدبخش گندم نان

Evaluation of Cold Stress Tolerance and Some Agronomic Characteristics of Bread Wheat Promising Lines

نسترن احمدی[۱]، سید شهریار جاسمی[۲] و فیاض آقایاری[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، کرج، ایران
۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۲

چکیده

احمدی، ن.، جاسمی، س. ش. و آقایاری، ف. ۱۳۹۸. ارزیابی تحمل به تنش سرما و برخی خصوصیات زراعی لاین‌های امیدبخش گندم نان. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۵: ۱۰۱-۸۳**

به منظور بررسی پتانسیل تحمل به سرمای لاین‌های امیدبخش گندم نان، آزمایشی در قالب آلفا لاتیس با دو تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. در این تحقیق شانزده لاین امیدبخش حاصل از آزمایش سازگاری اقلیم معتدل و دوازده لاین امیدبخش حاصل از آزمایش سازگاری اقلیم سرد همراه با ارقام شاهد از نظر تحمل به تنش سرما به روش تلفیقی (آزمایشگاهی و مزرعه‌ای) بررسی شدند. بوته‌های خوگرفته به سرما، دهه دوم دی ۱۳۹۴ از مزرعه جمع‌آوری و میزان تحمل به سرما در آن‌ها با اندازه‌گیری LT50 (دمایی که در آن پنجاه درصد بوته‌ها بر اثر سرما از بین می‌روند) با استفاده از فریزر قابل تنظیم تعیین شد. نتایج نشان داد که در بین لاین‌های اقلیم معتدل، هشت لاین و رقم بهاران LT50 پایین‌تری نسبت به رقم پارسی (رقم شاهد اقلیم معتدل با LT50 ‎-۶ ˚C) داشتند و پایین‌ترین LT50 (‎-۱۲ ˚C) مربوط به لاین M-94-7 بود. در بین لاین‌های اقلیم سرد، هشت لاین LT50 پایین‌تری نسبت به رقم میهن (رقم شاهد اقلیم سرد با LT50 ‎-۱۲ ˚C) داشتند و پایین‌ترین LT50 مربوط به لاین‌های C-94-11 و C-94-13 با میزان ‎-۱۵ ˚C بود. تحمل به سرما در دو رقم حیدری (‎-۹/۵ ˚C) و اروم (‎-۱۱/۵ ˚C) کم‌تر و در رقم زارع (‎-۱۳ ˚C) بیش‌تر از رقم شاهد بود. شش لاین از لاین‌های اقلیم معتدل و نه لاین از لاین‌های اقلیم سرد ضمن داشتن LT50 پایین‌تر (تحمل بیشتر به سرما)، عملکرد دانه بالاتری نسبت به ارقام شاهد (به ترتیب رقم پارسی و رقم میهن) داشتند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش سرما، خو گرفتن، عملکرد دانه،LT50.

نگارنده مسئول: Sh_jasemi@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۱۱۰۶

مقدمه

سرما در زمره زیان‌بارترین عوامل خسارت‌زا در محصولات زمستانه به شمار می‌رود، از این‌روست که در بروز پدیده جهانی تغییر اقلیم، توجه بسیاری از پژوهشگران به این زمینه معطوف شده است. روش‌های مطالعه مقاومت به سرما از تنوع گسترده‌ای برخوردار است چرا که پتانسیل ژنتیکی گونه‌ها و ارقام در تحمل سرما و راهکار آن‌ها برای فرار یا تحمل آن بسیار متفاوت است و این درحالی است که در پیکره گیاه نیز اندام‌ها، بافت‌ها و سلول‌های متفاوت در تظاهر این پتانسیل ژنتیکی گوناگون عمل می‌کنند.

شدت و خسارت تنش سرما، به دامنه سرما، کمینه دما، تداوم دمای کمینه و سرعت گرم شدن هوا بستگی دارد (Hendry, 1993). ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که در شرایط مزرعه، به طور معمول تنش سرما با دیگر تنش‌های زیستی و غیرزیستی درهم می‌آمیزد و از این‌روست که دیدگاه‌ها و تئوری‌های متعددی از سوی اندیشمندان پیرامون تحمل به تنش سرما پیشنهاد شده است (Levitt, 1980).

گندم به عنوان محصول راهبردی در بین گیاهان زراعی رتبه نخست را به خود اختصاص داده، به طوری که میانگین تولید سالیانه آن بالغ بر ۷۱۲/۷ میلیون تن برآورد شده است (Anonymous, 2017). در مناطق سرد تنش سرما یکی از عوامل محدود کننده افزایش تولید گندم نان است. توانایی ژنوتیپ‌های گندم برای کاهش خسارت تنش انجماد از عواملی است که می‌تواند موفقیت کشت گندم را در این مناطق تضمین کند.

ایران از جمله کشورهائی است که تنش سرما در مزارع غلات آن همواره مشکل اساسی در راه تولید محصول است. بر اساس گزارش سازمان حفظ نباتات وزارت جهاد کشاورزی ایران در سال **۱۳۹۴** خسارت سرمازدگی بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد در سطح **۱۳۵۵۶۵** هکتار از محصولات زراعی در استان‌های مختلف برآورد شد (Asadi and Karbalaei, 2015). در سال زراعی ۸۴ – ۱۳۸۳ در استان خراسان حدود ۷٪ کل تولید گندم استان بر اثر تنش سرمای اواخر زمستان از بین رفت (Mahfoozi *et al*., 2005a).

تعداد روزهای یخبندان در مناطق بسیار سرد بیش از صد روز و میانگین دمای هوا حداقل در طول فصل زمستان کمتر از ۱۵- درجه سانتی‌گراد است که عامل محدودکننده افزایش سطح کشت و تولید است (Roustaii, 2009). با توجه به سطح زیر کشت قابل توجه گندم در مناطق سرد و معتدل سرد کشور، انتخاب لاین‌های متحمل به سرما برای مناطق بسیار سرد و یا انتخاب ژنوتیپ‌های بینابین متحمل به سرما برای مناطق سرد و معتدل سرد می‌توانند کمک موثری به افزایش تولید این محصول در کشور باشد.

برای تعیین میزان تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های گندم، لاین‌های مورد نظر یا در

شرایط مزرعه در مناطق سرد کشت و در اواخر اسفند ماه ارزیابی می‌شوند و یا این که با استفاده از فریزر مخصوص آزمون انجماد نمونه‌های گیاهی عادت داده شده به سرما در شرایط مزرعه‌ای، در فریزر مخصوص قابل کنترل با رایانه در دماهای مختلف زیر صفر قرار داده و سپس ارزیابی می‌شود (Mahfoozi *et al.*, 2006; Fowler and Limin, 1997).

محفوظی و همکاران (Mahfoozi *et al.*, 2005a) از روش تک دمای حداقل (Single Minimum Temperature) برای ارزیابی ژرم‌پلاسم گندم در ایران استفاده کردند. این روش توسط تعدادی از محققین به کار برده شده است (Warnes *et al.*, 1971; Gfeller and Siminovitch, 1967; Andrews, 1958). این روش فقط زمانی که تفاوت زیادی بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان تحمل به سرما وجود داشته باشد کارایی دارد و در نتیجه تفاوت‌های جزیی تحمل در بین ژنوتیپ‌ها را تشخیص نمی‌دهد.

به این دلیل روش کامل‌تری که توسط پومری و فولر (Pomeroy and Fowler, 1973) به جای روش تک دمای حداقل پیشنهاد شد که به دلیل استفاده از سری دماهای مختلف اطلاعات بیشتری در مقایسه با روش قبلی به دست می‌داد. این روش مورد قبول بسیاری از محققین قرار گرفت و در ارزیابی‌ها به کار برده شد (Hurry *et al.*, 1995; Iba, 2002; Fowler *et al.*, 1981; Fowler and Gusta, 1979).

لایمین و فولر (Limin and Fowler, 1988) تغییراتی در روش دمای کشندگی (Lethal Temperature: LT) پیشنهاد شده توسط پومروی و فولر (Pomery and fowler, 1973) دادند و روش دمای کشندگی ۵۰٪ (LT50) یعنی دمایی که بر اثر آن ۵۰٪ بوته‌ها بر اثر آن دمای انجماد از بین می‌روند، در کشور کانادا پیشنهاد شد. در این روش نیز سری دماهای متفاوت انجماد برای تعیین تحمل به سرما اعمال می‌شود و هم اکنون به جای روش اولیه به کار برده می‌شود.

بر خلاف دیگر روش‌ها، آزمون انجماد تابع تغییرات آب و هوایی نیست. انعطاف‌پذیر، آسان و کم خرج بودن این روش که بسیار مناسب برای ارزیابی ژنوتیپ‌های غلات از نظر تحمل به سرما است باعث شده که در مطالعات ژنتیکی و به‌نژادی در سطح وسیعی از این روش استفاده شود (Fowler *et al.*, 1999; Fowler and Limin 1997).

با استفاده از این روش می‌توان ژرم‌پلاسم گیاهی را در مدت کوتاهی ارزیابی کرد. این روش هم روی نمونه‌های سازگار شده به سرما در شرایط کنترل شده در دمای پایین و هم روی نمونه‌های جو و گندم جمع‌آوری شده از مزرعه

که در طول فصول سرد به سرما سازگار شده‌اند، کاربرد دارد (Limin *et al.*, 2003; Mahfoozi *et al.*, 2001).

بیشتر تحقیقات انجام شده در ایران بر ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های گندم یا جو به سرما در شرایط مزرعه متمرکز بوده است (Sadeghzadeh Ahari, 2001; Ansari Maleki *et al.*, 2007; Roustaii, 1997). ولی تحقیقات در مورد آستانه تحمل به سرما در ژنوتیپ‌ها اندک است.

محفوظی و همکاران (Mahfoozi *et al.*, 2005a) با بررسی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم نان، گندم دوروم و جو دیم نشان دادند که ژنوتیپ‌های گندم نان ایرانی دارای LT50 بین ۱۴- تا ۱۷- درجه سانتی‌گراد، ژنوتیپ‌های گندم دوروم دارای LT50 بین ۱۰- تا ۱۴- درجه سانتی‌گراد و ژنوتیپ‌های جو دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی برای مناطق خشک (ICARDA) دمای تحمل سرمای کمتر از ۱۲- داشتند. این در حالی بود که بعضی ارقام خارجی تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد تحمل خوبی نشان دادند.

روستائی (Roustaii, 2009) تحمل به سرمای ۸۴ ژنوتیپ گندم نان و دوروم را بر اساس LT50 با استفاده از فریزرقابل تنظیم با رایانه در مراغه بررسی و گزارش کرد که تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های گندم در زمان نهایت خو گرفتن به سرما با LT50 برابر با ۱۵/۸۵- درجه سانتی‌گراد بود ولی در زمان‌های بعدی این دما ۱۱/۹۹- و ۱۰/۳۰- درجه سانتی‌گراد شد. نامبرده همچنین نشان داد که با گذشت زمان بعد از خو گرفتن به سرما، از درجه تحمل به سرما ژنوتیپ‌ها کاسته شد و با مساعد شدن هوا در اواخر زمستان به طور میانگین حدود ۵/۵۵ درجه سانتی‌گراد رسید.

فولر و همکاران (Fowler *et al.*, 1999) با بررسی و ارزیابی ارقام مختلف گندم از نظر تحمل به سرما گزارش کردند که رقم نورستار (Norstar) تحمل زیادی به دمای پائین دارد و این رقم می‌توانند سرمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل کند. اسکیز و بلیز (Skinner and Belliner, 2017) ضمن معرفی دو رقم نوراستار و فروید (Froid) به عنوان ارقام دارای تحمل بالا به تنش سرما، گزارش کردند که این ارقام دارای سازکارهایی هستند که بر اساس آن‌ها قابلیت تحمل دماهای بسیار پائین را برای مدت طولانی دارند.

با توجه به مطالب بیان‌شده، در مناطق سرد و معتدل سرد کشور، تنش سرما به عنوان عامل محدودکننده تولید گندم نان محسوب می‌شود و لازم است لاین‌های پرمحصول و متحمل به سرمای گندم نان جهت کشت در این مناطق انتخاب شوند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی پتانسیل تحمل به سرما در لاین‌های امیدبخش گندم نان و شناسایی صفات مرتبط با تحمل سرما و همچنین انتخاب

لاین‌های مقاوم به سرما و دارای پتانسیل عملکرد بالا انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تحمل به سرمای لاین‌های امیدبخش گندم و همبستگی بین صفات مهم زراعی این لاین‌ها با مقاومت به سرما، این پژوهش در سال زراعی۹۵-۱۳۹۴ درمزرعه آزمایشی و آزمایشگاه فیزیولوژی بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر در کرج (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریای آزاد) در قالب طرح آزمایشی آلفا لاتیس با دو تکرار با سی و شش لاین امیدبخش گندم نان (شانزده لاین از برنامه به‌نژادی گندم نان اقلیم معتدل و دوازده لاین از برنامه به‌نژادی گندم نان اقلیم سرد) همراه با چهار شاهد از هر اقلیم اجرا شد. هر تکرار از سه بلوک ناقص و در هر بلوک ناقص ۱۲ لاین یا رقم قرار داده شد.

میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۴۷/۴ میلی‌متر است که بیشترین آن در نیمه اول سال زراعی (پائیز و زمستان) دریافت می‌شود. بافت خاک لومی و pH آن ۷/۴۳ بود.

تاریخ کاشت آزمایش پنجم آبان بود و از آن‌جا که تاریخ کاشت مناسب ارقام زمستانه در منطقه کرج زودتر از این تاریخ می‌باشد و احتمال بروز خطا بدلیل هم‌زمانی تاریخ کاشت لاین‌های زمستانه و بهاره وجود داشت، با پایش مزرعه زمان نمونه‌برداری در مرحله نموی یکسان انجام شد. به طوری‌که نمونه برداری برای آزمون سرما هنگامی انجام شد که لاین‌ها در مرحله ابتدای رشد زایشی (مرحله نموی برجستگی دوگانه) بودند. در این روش ابتدا لاین‌های بهاره و سپس زمستانه وارد این مرحله نموی شدند و سپس نمونه برداری انجام گرفت.

ارزیابی تحمل به سرما با استفاده از آزمون انجماد مصنوعی طوقه به روش LT50 که یک روش تلفیقی آزمایشگاهی- مزرعه‌ای است انجام شد. برای این منظور بذرهای هر لاین بر روی دو پشته به طول سه متر و هر پشته در سه ردیف به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کاشته شدند. مقدار بذر مصرفی بر اساس ۴۰۰ بذر در مترمربع تعیین شد.

از بوته‌های خوگرفته به سرما در شرایط فضای آزاد (مزرعه)، پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خط (اثر حاشیه‌ای) در دهه دوم دی (زمانی که بوته‌ها سه تا پنج برگی بودند) برداشت و برای ارزیابی تحمل به سرما با روش LT50 (دمایی که در آن ۵۰٪ بوته ها بر اثر سرما از بین می روند) در فریزر قابل تنظیم با کامپیوتر مورد استفاده قرار گرفتند.

برای این منظور براساس روش پیشنهادی لایمین و فولر (Limin and Fowler, 1988) از هر لاین گندم پنجاه بوته که به مدت پنج تا شش هفته در مزرعه به سرما خوگرفته بودند انتخاب و با قیچی قسمت‌های اضافی ریشه و

ساقه آن‌ها حذف و طوقه آن‌ها برای آزمون انجماد آماده شدند. طوقه‌ها را داخل ظروف آلومینیومی حاوی ماسه مرطوب قرار داده و در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت نگهداری و سپس به فریزر مخصوص آزمون انجماد قابل برنامه‌ریزی با رایانه منتقل شدند.

برنامه‌ریزی فریزر طوری بود که به ازای هر یک ساعت دو درجه سانتی‌گراد دمای آن کاهش یافت. در این آزمون طوقه‌های انتخاب شده در دماهای ۳- تا ۲۱- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هر بار که فریزر به دمای انجماد موردنظر رسید نمونه‌ها از فریزر خارج و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در طول شب نگهداری و روز بعد به داخل جعبه‌های پلاستیکی کشت منتقل و در گلخانه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

بعد از سه هفته نگهداری در شرایط گلخانه، بوته‌های مرده و زنده هر لاین شمارش و LT50 (دمائی که در آن ۵۰ درصد بوته‌ها از بین رفته بودند) آن‌ها تعیین شد (Mahfoozi *et al.*, 2005a; Limin and Fowler, 1988; Roustaii, 2009).

در پایان فصل رویش، برخی صفات زراعی لاین‌های امیدبخش مثل تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در مزرعه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه اجزای عملکرد با استفاده از کوادرات و نمونه برداری و برای اندازه گیری عملکرد دانه با استفاده از کمباین آزمایشی و برداشت کل کرت با احتساب کسر سطوح نمونه برداری شده اقدام شد. در پایان اجرای آزمایش پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین دما و بارش تجمعی ماهانه محل آزمایش در فصل زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در جدول ۱ و شجره و کد شناسایی لاین‌های امیدبخش گندم نان بررسی‌شده در این تحقیق در جدول ۲ آورده شده است.

آزمون تحمل به سرما (LT50)

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت دمای تحمل به سرما (LT50) در جدول ۳ بیانگر آن بود که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر دمای تحمل نسبی به سرما (LT50) وجود داشت.

مقایسه میانگین صفت LT50 لاین‌های امیدبخش گندم نشان داد که در میان لاین‌های اقلیم سرد بیشترین مقاومت به سرما به لاین‌های C-94-13 و C-94-11 با LT50= -15 ^{0}C و کمترین مقاومت به سرما به لاین C-94-6 با LT50= -8 ^{0}C تعلق داشت. در

جدول ۱- میانگین دما و بارش تجمعی ماهانه محل آزمایش در فصل زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Table 1. Monthly mean temperature and cumulative rainfall at the experimental site during 2015-16 growing season

	Month ماه							
	نوامبر November 2015	دسامبر December 2015	ژانویه January 2016	فوریه February 2016	مارس March 2016	آوریل April 2016	مه May 2016	ژوئن June 2016
دما (سانتی گراد) Temperature (°C)	8.6	2.8	5.5	7.8	11.3	14.8	21.3	25.6
بارش (میلی‌متر) Rainfall (mm)	57.0	27.9	14.7	11.2	24.6	51.6	12.6	0

جدول ۲- شجره و کد لاین‌های امیدبخش گندم نان بررسی شده در این پژوهش

Table 2. Pedigree and code of studied bread wheat promising lines in this study

شماره لاین Line No.	Line code کد لاین	شجره Pedigree	منشاء Origin	عادت گلدهی Flowering habit
1	M-94-1(Parsi)	Parsi	*	S
2	M-94-2 (Baharan)	Bharan	**	S
3	M-94-3 (Rakshan)	PASTOR//SITE/MO/3/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/4/WBLL1	**	S
4	M-94-4	PASTOR//SITE/MO/3/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/4/WBLL1	**	S
5	M-94-5	PASTOR//SITE/MO/3/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/4/WBLL1	**	S
6	M-94-6	Pishtaz/7/T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr/Kad//Gb/6/F13471/Crow"	*	S
7	M-94-7	Pishtaz/7/T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr/Kad//Gb/6/F13471/Crow"	*	S
8	M-94-8	1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Kavir/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3/ Y50E/3*Kal//Emu/6/Pishtaz	*	S
9	M-94-9	Spn/Mcd//Cama/3/Nzr/4/Passarinho/5/Yaco/2*Parus/6/Pishtaz	*	S
10	M-94-10	ATTILA/3/Vee/Nac//1-66-22/4/Flt/Tjn//Kavkaz	*	S
11	M-94-11	ATTILA/3/Vee/Nac//1-66-22/4/Flt/Tjn//Kavkaz	*	S
12	M-94-12	ATTILA/3/Vee/Nac//1-66-22/4/Flt/Tjn//Kavkaz	*	S
13	M-94-13	TEVEE-1/GRU90-207476//2*CHAMRAN	*	S
14	M-94-14	KAUZ/LUCO-M//PVN/STAR/3/Yaco/2*Parus/4/Pishtaz	*	S
15	M-94-15	FRNCLN/ROLF07	**	S
16	M-94-16	MUU/KBIRD	**	S
17	M-94-17	ATTILA*2/PBW65*2/4/BOW/NKT//CBRD/3/CBRD	**	S
18	M-94-18	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (320)/3/CUNNINGHAM/4/VORB	**	S
19	M-94-19	VORB/SOKOLL	**	S
20	M-94-20	KS85W663.42/MONARCA F2007//WBLL1*2/TUKURU	**	S
21	C-94-1 (Orum)	Oroum	*	F
22	C-94-2 (Zarea)	Zarea	***	W
23	C-94-3 (Mihan)	Mihan	*	W
24	C-94-4 (Heydari)	Heydari	*	F
25	C-94-5	Ji5418/Maras//Shark/F4105W2.1	***	F
26	C-94-6	Charger/OWL 85224*-3H-*O-*HOH//Alvd	*	W
27	C-94-7	Shark-1/3/Agri/Bjy//Vee/4/Shark/F4105W2.1	***	W
28	C-94-8	Bluegil-2/Bucur//Sirena	***	W
29	C-94-9	Or2071681	***	W
30	C-94-10	4WON-IR-257/5/Ymh/Hys//Hys/Tur3055/3/Dga/4/Vpm/Mos	*	W
31	C-94-11	Ga961565-27-6/La95283Ca-78-1-2	*	W
32	C-94-12	Ald"s"/Snb"s"//Zrn*2/3/Yaco/Parus//Parus	*	F
33	C-94-13	Shark-1/3/Agri/Bjy//Vee/4/Shark/F4105W2.1	***	W
34	C-94-14	Zarrin/Shiroodi/6/Zarrin/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3/Y50E/Kal*3//Emu	*	W
35	C-94-15	Turkoaz	***	W
36	C-94-16	Gaspard/3/Ald/Snb//Zrn	*	W

*: Seed and Plant Improvement Institute, Iran
**: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) - Mexico
***: International Winter Wheat Improvement Program (IWWIP) - Turkey

S: Spring
F: Facultative
W: Winter

جدول ۳- تجزیه واریانس برای دمای تحمل به سرما (LT50) و برخی صفات زراعی لاین‌های امیدبخش گندم نان

Table 3. Analysis of variance for LT50 and some agronomic traits of bread wheat promising lines

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df.	Mean Squares میانگین مربعات								
			دمای تحمل به سرما LT50	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	سنبله در مترمربع Spike m^{-2}	دانه در سنبله Grain/spike	وزن هزار دانه 1000 Grain weight	شاخص برداشت Hrvest index (%)	روز تا ظهور سنبله Days to heading	روز تا گلدهی Days to flowering
Replication	تکرار	1	0.01^{ns}	11.26**	325.5**	27222**	1.39^{ns}	3.38^{ns}	46.7^{ns}	112**	9.4^{ns}
Adjusted block	بلوک تصحیح شده	4	2.72^{ns}	2.22*	48.03^{ns}	9876^{ns}	0.97^{ns}	3.62^{ns}	17.5^{ns}	23.8^{ns}	1.2^{ns}
Line	لاین	35	27.04**	1.44*	22.2^{ns}	15647**	16.96**	29.1**	29.0^{ns}	25.1^{ns}	17.3**
Adjusted line	لاین تصحیح شده	35	26.32**	1.34*	22.79^{ns}	13503**	15.18**	27.9**	30.4^{ns}	26.5^{ns}	17.2**
Error	اشتباه آزمایشی	31	3.70	0.72	18.21	4342	2.99	4.16	19.9	19.7	2.5
C.V.%	درصد ضریب تغییرات		21.1	8.6	13.8	14.2	3.5	4.2	14.0	2.5	1.7

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: غیر معنی‌دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns: Not- significant.

میان لاین‌های امیدبخش منطقه معتدل بیشترین مقاومت به سرما مربوط به لاین M-94-7 با LT50= -12 ^{0}C و کمترین مقاومت به سرما در لاین‌های M-94-3 و M-94-10 با LT50= -3 ^{0}C مشاهده شد. رقم شاهد اقلیم سرد (رقم میهن) و رقم شاهد اقلیم معتدل (رقم پارسی) به ترتیب تا 12^{0}C- و 6^{0}C- را تحمل کردند (جدول ۴).

تفاوت قابل توجه از نظر توانائی تحمل به سرما در بین ژنوتیپ‌های گندم مربوط به قابلیت سازگاری ژنوتیپ‌ها در شرایط آب و هوائی مناطقی است که این ژنوتیپ‌ها از آن منشاء گرفته‌اند. به عنوان مثال ژنوتیپ‌های منشاء گرفته از کشورهای سردسیری مثل روسیه و کانادا می‌توانند دماهای تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد را بخوبی تحمل کنند (Fowler, 1992). در ایران نیز با توجه به اینکه قسمت اعظم مزارع گندم در مناطق کوهستانی و سردسیر قرار دارد، ژنوتیپ‌هائی با قدرت تحمل بالای سرما در این مناطق وجود دارند که از آن‌ها برای به‌نژادی گندم برای سازگاری به مناطق سرد استفاده شده است (Anonymou, 1998).

مطالعات انجام شده در ایران دمای تحمل (LT50) برای بعضی ژنوتیپ‌های ایرانی مثل سرداری و آذر۲ تا ۱۶/۷- درجه سانتی‌گراد گزارش کرده‌اند (Roustaii, 2009; Mahfoozi *et al.*, 2005b). ولی بیشتر ژنوتیپ‌ها دمای تحمل کم‌تری دارند و چندان مناسب برای کاشت در مناطق خیلی سرد نیستند.

از این رو از سال‌ها پیش گزینش برای معرفی ارقام گندم مناسب برای مناطق سرد و معتدل سرد در برنامه‌های به‌نژادی گندم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم قرار گرفته است. با توجه به عادت گلدهی لاین‌ها و ارقام آزمایش (جدول ۲) مشخص می‌شود که ۲۰ لاین و رقم آزمایش عادت گلدهی بهاره و میانگین دمای تحمل به سرمای ۶/۶- درجه سانتی گراد، ۱۲ لاین و رقم آزمایش تیپ رشد زمستانه و میانگین دمای تحمل به سرمای ۱۲/۴- درجه سانتی‌گراد و چهار لاین و رقم آزمایش تیپ رشد بینابین با دمای تحمل به سرمای ۱۱/۸- درجه سانتی‌گراد داشتند. به نظر می‌رسد برای انتخاب لاین‌های مقاوم به سرما توجه به عادت گلدهی لاین‌ها ضروری است.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش گندم نشان داد که تفاوت معنی داری (در سطح احتمال پنج درصد) بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت (جدول ۳). در میان لاین‌های اقلیم معتدل، لاین M-94-12 با ۱۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار و لاین M-94-16 با ۸۸۸۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بالاترین و پائین‌ترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۴). در میان لاین‌های اقلیم سرد، بالاترین عملکرد دانه (۱۱۲۸۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به لاین C-94-12 و پائین‌ترین عملکرد دانه

جدول ۴- مقایسه میانگین دمای تحمل به سرما (LT50)، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی لاین‌های امیدبخش گندم نان

Table 4. Mean comparison of LT50, grain yield and biological yield of bread wheat promising lines

شماره لاین Line No.	کد لاین Line code	دمای تحمل به سرما (درجه سانتی‌گراد) LT50 (ºC)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kgha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kgha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪) Harvest Index (%)
1	M-94-1(Parsi)	-6.0efgh	9689abc	35985abcd	26de
2	M-94-2 (Baharan)	-6.5d-h	9011abc	29508d-j	35a-e
3	M-94-3 (Rakhshan)	-4.5gh	10714ab	31401b-j	34a-e
4	M-94-4	-3.0h	10262abc	27693e-j	36a-e
5	M-94-5	-8.5a-h	10351abc	35933abcd	30a-e
6	M-94-6	-10.0a-g	10633abc	32701a-h	33a-e
7	M-94-7	-12.0a-e	10289abc	37401ab	27b-e
8	M-94-8	-5.0fgh	9982abc	33579a-f	29a-e
9	M-94-9	-6.0efgh	9771abc	30548c-j	32a-e
10	M-94-10	-3.0h	9867abc	25889ij	37a-d
11	M-94-11	-5.0fgh	10737ab	29393d-j	35a-e
12	M-94-12	-5.5efgh	11230a	31765a-j	34a-e
13	M-94-13	-9.5a-h	9797abc	25379j	37a-d
14	M-94-14	-4.5gh	9387abc	28699e-j	32a-e
15	M-94-15	-5.5efgh	10202abc	38168a	27cde
16	M-94-16	-6.5d-h	8882abc	26819ghij	33a-e
17	M-94-17	-8.5a-h	10971ab	33598a-f	35a-e
18	M-94-18	-10.0a-g	9602abc	33759a-e	28a-e
19	M-94-19	-7.5c-h	9768abc	29196e-j	33a-e
20	M-94-20	-5.0fgh	8933abc	31916a-j	29a-e
21	C-94-1 (Orum)	-11.5a-f	8923abc	31286a-i	28a-e
22	C-94-2 (Zarea)	-13.0bcd	10054abc	30381c-j	34a-e
23	C-94-3 (Mihan)	-12.0a-e	8844abc	36846abc	25e
24	C-94-4 (Heydari)	-9.5a-h	10914ab	28511e-j	38a
25	C-94-5	-14.0abc	9508abc	29001e-j	33a-e
26	C-94-6	-8.0b-h	9057abc	32059a-j	29a-e
27	C-94-7	-14.5ab	10354abc	30051d-j	34a-e
28	C-94-8	-10.5a-g	9712abc	28029e-j	35a-e
29	C-94-9	-8.5a-h	8296bc	32993a-g	25e
30	C-94-10	-12.0a-e	10124abc	26010hij	38a
31	C-94-11	-15.0a	7754c	27936e-j	30a-e
32	C-94-12	-13.0bcd	11281a	31168b-j	37a-d
33	C-94-13	-15.0a	10042abc	26869f-j	38ab
34	C-94-14	-13.0abcd	11246a	33443a-g	34a-e
35	C-94-15	-13.0abcd	9805abc	29020e-j	33a-e
36	C-94-16	-14.0abc	9327abc	31653a-j	30a-e

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪تفاوت معنی‌دار ندارد.

Means, in each column, followed by at least one letter in common letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

(۷۷۵۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به لاین C-94-11 بود (جدول ۴).
در مجموع، تفاوت عملکرد لاین‌های اقلیم معتدل و اقلیم سرد چندان محسوس نبود.

عملکرد بیولوژیکی

تفاوت مشاهده شده برای عملکرد بیولوژیکی در میان لاین‌ها و ارقام گندم معنی‌دار نبود (جدول ۳). در میان لاین‌های اقلیم معتدل، لاین M-94-15 با ۳۸۱۶۸ کیلوگرم در هکتار بالاترین و لاین M-94-13 با ۲۵۳۷۹ کیلوگرم در هکتار پائین‌ترین عملکرد بیولوژیکی را داشتند. در میان لاین‌های اقلیم سرد، بالاترین عملکرد بیولوژیکی (۳۶۸۶۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به لاین C-94-3 و پائین‌ترین عملکرد دانه (۲۶۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به لاین C-94-10 بود (جدول ۴). در مجموع، تفاوت زیادی بین عملکرد بیولوژیکی لاین‌های اقلیم معتدل و اقلیم سرد وجود نداشت.

شاخص برداشت

لاین‌های مورد آزمایش از نظر شاخص برداشت تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت در میان لاین‌های مورد آزمایش مربوط به لاین C-94-13 به میزان ۳۸ درصد و کم‌ترین شاخص برداشت مربوط به رقم پارسی به میزان ۲۶ درصد بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد پایین بودن شاخص برداشت در لاین‌های این آزمایش به علت بالا بودن تراکم کاشت (۴۰۰ دانه در مترمربع) که به تبع آن منجر به افزایش عملکرد بیولوژیکی شد و در نهایت منجر به شاخص برداشت پایین در لاین‌های مورد آزمایش شد.

تعداد سنبله در مترمربع

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد سنبله در متر مربع لاین‌های گندم نشان داد که تفاوت معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) میان لاین‌ها وجود داشت (جدول ۳). لاین M-94-15 با ۱۰۴۰ سنبله در مترمربع بیشترین و لاین M-94-2 (رقم بهاران) با ۷۴۲ کمترین تعداد سنبله در مترمربع را در بین لاین‌های اقلیم معتدل داشتند. در میان لاین‌های اقلیم سرد، بیشترین (۱۰۴۶) تعداد سنبله در مترمربع متعلق به لاین C-94-15 و کمترین (۷۰۰) آن متعلق به لاین C-94-16 بود (جدول ۵). در مجموع از نظر تعداد سنبله در مترمربع، تفاوت چندانی بین لاین‌های گندم اقلیم معتدل و اقلیم سرد مشاهده نشد.

تعداد دانه در سنبله

تفاوت ژنوتیپ‌ها در تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). در میان لاین‌های اقلیم معتدل، لاین M-94-7 با ۳۰/۱ و لاین M-94-14 با ۲۳/۲ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را داشتند. بیشترین تعداد دانه در سنبله (۳۴/۳) مربوط به

جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد دانه و خصوصیات فنولوژیکی لاین‌های امیدبخش گندم نان

Table 5. Mean comparison of yield compoments and phenological characteristics of bread wheat promising lines

شماره لاین Line No.	کد لاین Line code	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	تعداد سنبله ر مترمربع Spike/m^2	تعداد دانه در سنبله Grain/spike	روز تا سنبله دهی Days to heading	روز تا گلدهی Days to flowering
1	M-94-1(Parsi)	44.1abcd	813b-f	26.4c-i	176a	182bcd
2	M-94-2 (Baharan)	45.7ab	742ef	25.5d-i	175a	180cd
3	M-94-3 (Rakshan)	45.8ab	746ef	26.6c-i	176a	182bcd
4	M-94-4	38.2c-h	827a-f	29.5a-g	175a	182bcd
5	M-94-5	46.4a	800def	24.5e-i	176a	181bcd
6	M-94-6	39.0b-h	948a-e	25.4e-i	179a	183bc
7	M-94-7	37.2d-h	899a-f	30.1a-f	182a	186abc
8	M-94-8	41.9a-f	1038abc	23.5ghi	180a	184abc
9	M-94-9	44.7abc	782def	28.2a-i	176a	181bcd
10	M-94-10	42a-f	925a-e	23.4ghi	180a	184abc
11	M-94-11	42.6a-e	987abcd	23.5ghi	178a	183abc
12	M-94-12	43.9abcd	913a-f	25.1e-i	181a	185ab
13	M-94-13	37.2d-h	952a-e	24.5e-i	173a	178d
14	M-94-14	42.7a-e	844a-f	25.6d-i	180a	184bc
15	M-94-15	43.7a-e	1040ab	23.2hi	174a	180cd
16	M-94-16	39.1b-h	898a-f	26.1d-i	174a	181bcd
17	M-94-17	42.5a-e	935a-e	27.1b-i	176a	182bcd
18	M-94-18	44.2abcd	898a-f	24.5e-i	178a	183bc
19	M-94-19	39.1b-h	856a-f	28.2a-i	179a	185abc
20	M-94-20	42.5a-e	869a-f	24.1fghi	176a	180cd
21	C-94-1 (Orum)	33.5gh	956a-e	27.5a-i	181a	185bc
22	C-94-2 (Zarea)	39.7a-h	887a-f	26.0d-i	183a	188ab
23	C-94-3 (Mihan)	38.3c-h	827a-f	29.0a-h	181a	185abc
24	C-94-4 (Hydari)	39.0b-h	906a-f	27.2b-i	180a	185abc
25	C-94-5	40.3a-g	809cdef	29.1a-h	182a	185abc
26	C-94-6	37.3d-h	758ef	32.5ab	183a	188ab
27	C-94-7	34.0gh	926a-f	31.5abcd	182a	185abc
28	C-94-8	32.9h	953a-e	29.6a-g	182a	185abc
29	C-94-9	33.8gh	759def	31.9abc	183a	189ab
30	C-94-10	39.2b-h	893a-f	27.5a-i	182a	185abc
31	C-94-11	36.7efgh	907a-f	22.3i	178a	182bcd
32	C-94-12	38.3c-h	853a-f	30.5a-e	183a	187ab
33	C-94-13	38.1c-h	877a-f	28.9a-h	183a	188ab
34	C-94-14	37.7c-h	821a-f	32.7a	181a	185abc
35	C-94-15	35.1fgh	1046a	34.3e-i	184a	190a
36	C-94-16	45.8ab	700f	30.5a-e	181a	185abc

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارد.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan’s Multiple Range Test.

لایـن C-94-11 از لاین‌هـای اقلـیم سـرد بـود (جـدول ۵). در مجمـوع لاین‌هـای اقلـیم سـرد تعداد دانه سنبله بیشتری نسبت به لاین‌های اقلیم معتدل داشتند.

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن هزار دانه نشان داد که تفاوت معنـی‌داری (در سـطح احتمال ۱٪) بین لاین‌هـای گنـدم وجـود داشـت (جـدول ۳). در میـان لاین‌هـای اقلـیم معتـدل، بیشترین وزن هزار دانـه (۴۶/۴ گـرم) مربـوط بـه لاین M-94-5 و کمترین وزن هـزار دانـه (۳۷/۲ گـــرم) مربـــوط بـــه لایـــن M-94-7 و M-94-13 بود. در میان لاین‌های اقلیم سـرد نیـز بیشـترین وزن هـزار دانـه (۴۵/۸ گـرم) را لایـن C-94-16 و کم‌ترین وزن هزار دانه (۳۲/۹ گرم) را لاین C-94-8 داشت (جدول ۵). در مجمـوع، وزن هـزار دانـه لاین‌هـای اقلـیم سـرد کمتـر از لاین‌های اقلیم معتدل بود.

تاریخ ظهور سنبله و گلدهی

نتایج نشان داد که از نظر تاریخ ظهور سنبله بـین لاین‌های آزمایش تفاوت وجود نداشت ولـی از نظر تاریخ گلدهی بین لاین‌های آزمایش تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). لایـن M-94-13 با ۱۷۳ و ۱۷۸ روز از تاریخ کاشت زودتـر از سایر لاین‌های آزمایش بـه ترتیـب وارد مراحـل ظهور سنبله و گلدهی شد. هم‌چنین لاین C-94-15 با ۱۸۴ و ۱۹۰ روز از تاریخ کاشت دیرتـر از سایر لاین‌های آزمایش بـه ترتیـب وارد مراحـل ظهور سنبله و گلدهی شد (جدول ۵).

بر اساس مقایسه میانگین‌های مربوط به میزان LT50 (جدول ۴) می‌توان لاین‌های گندم مورد مطالعـه را از نظـر تحمـل بـه تـنش سـرما در گروه‌هـای مختلفـی تقسـیم‌بندی نمـود. میـزان مقاومت و به‌ویژه مدت زمان بیان مقاومـت بسـته به طول دوره عادت دهی به سـرما، زمـان نمونـه گیری، مرحله نموی گیاه، شرایط آب و هـوایی منطقه و نوع رقم متفاوت است. نتایج این تحقیق تفاوت لاین‌هـا را بخـوبی نشـان داد. به‌طوریکـه LT50 لاین‌هـای آزمـایش بـین ۳- تـا ۱۵- در نوسان بود.

نتایج همچنین نشان داد که رابطـه همبسـتگی معنی‌داری بین عملکـرد دانـه و تحمـل بـه سـرما وجود نداشت (جدول ۶) به نظر می‌رسد از آنجا که عملکرد دانه حاصل برآیند اجـزای عملکـرد دانه می‌باشـد تحمـل بـه سـرما بـا برخـی اجـزای عملکرد دانه همبستگی مثبت و بـا بعضـی رابطـه منفـی دارد ولـی در نهایـت بـین عمکـرد دانـه و تحمل به سرمای لاین‌ها و ارقام آزمایش ارتبـاط معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶).

همبســـتگی معنــــی‌داری بـــین عملکـــرد بیولوژیکی و تحمل به سـرما در لاین‌هـا و ارقـام آزمایش نیز وجود نداشت (جدول۶). نتایج نشان داد که بین تعداد سنبله در مترمربـع و تحمـل بـه ســرما در لاین‌هــا و ارقــام آزمــایش ارتبــاط معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). همبسـتگی بـــین تعـــداد دانـــه در ســـنبله و تحمـــل بـــه

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد دانه و خصوصیات زراعی و فنولوژیکی لاین های امیدبخش گندم نان

Table 6. Correlation coefficients between yield compoments, agronomic and phenological characteristics of bread wheat promising lines

Characteristic	خصوصیت	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LT50 (1)	تحمل به سرما (۱)	1										
Grain yield (2)	عملکرد دانه (۲)	-0.078^{ns}	1									
Biological yield (3)	عملکرد بیولوژیکی (۳)	-0.042^{ns}	0.113^{ns}	1								
1000 grain weight (4)	وزن هزار دانه (۴)	-0.506^{**}	0.095^{ns}	0.263^{ns}	1							
Spike m^{-2} (5)	تعداد سنبله در مترمربع (۵)	0.010^{ns}	0.415^{*}	-0.070^{ns}	-0.306^{ns}	1						
Grain $spike^{-1}$ (6)	تعداد دانه در سنبله (۶)	0.435^{**}	0.474^{**}	-0.018^{ns}	-0.498**	-0.102^{ns}	1					
Spike weight (7)	وزن سنبله (۷)	0.044^{ns}	-0.075^{ns}	0.408^{*}	-0.348^{**}	0.793^{**}	0.125^{ns}	1				
Flag leaf length (8)	طول برگ پرچم (۸)	0.298^{ns}	0.004^{ns}	0.158^{ns}	0.232^{ns}	-0.084^{ns}	0.063^{ns}	-0.172^{ns}	1			
Flag leaf width (9)	عرض برگ پرچم (۹)	0.241^{ns}	-0.237^{ns}	0.058^{ns}	0.028^{ns}	-0.094^{ns}	0.017^{ns}	-0.104^{ns}	0.557^{**}	1		
Days to fowlering (10)	روز تا گلدهی (۱۰)	0.349^{*}	-0.108^{ns}	-0.012^{ns}	-0.392^{*}	0.045^{ns}	0.575^{**}	-0.018^{ns}	0.223^{ns}	0.080^{ns}	1	
Plant height (11)	ارتفاع گیاه (۱۱)	-0.186^{ns}	0.348^{*}	0.021^{ns}	0.214^{ns}	0.091^{ns}	0.072^{ns}	-0.040^{ns}	0.086^{ns}	-0.188^{ns}	0.048^{ns}	1

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: غیر معنی‌دار.

* and** : Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not- significant.

سرمای لاین‌ها و ارقام آزمایش رابطه مثبت و معنی‌داری داشت (جدول۶). به‌نظر می‌رسد که لاین‌هایی که تحمل به سرمای بیشتری دارند قادرند که تعداد دانه بیشتری در سنبله را به ثمر برسانند.

همبستگی بین وزن هزار دانه و تحمل به سرمای لاین‌ها و ارقام آزمایش منفی و معنی‌داری بود (جدول۶). به‌نظر می‌رسد که لاین‌های گندم مورد آزمایش که تحمل به سرمای کم‌تری دارند وزن هزار دانه بیشتری دارند و این می‌تواند همبستگی بسیار معنی‌دار بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله لاین‌های گندم را توضیح دهد. همبستگی بین تاریخ گلدهی و تحمل به سرمای لاین‌ها و ارقام مورد آزمایش مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). به‌طوری‌که هر چه تاریخ گلدهی دیرتر بود میزان تحمل به سرما بیشتر بود. به‌نظر می‌رسد توجه به ظهور مراحل فنولوژیکی بویژه تاریخ ظهور سنبله و گلدهی باید در انتخاب لاین‌های گندم که تحمل به سرمای بیشتری دارند مورد توجه قرار گیرد.

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی نشان داد که میزان تحمل به سرما همبستگی منفی و معنی‌داری با وزن هزار دانه ($r = -۰/۵۰۶^{**}$) داشت. به عبارت دیگر لاین‌هایی که از وزن هزار دانه کم‌تری برخوردار بودند، میزان تحمل به سرمای بیش‌تری داشتند (جدول ۶). از طرف دیگر میزان تحمل به سرما با تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۴۳۵^{**}$) داشت. در بین اجزای عملکرد، صفات تعداد سنبله در مترمربع ($r = ۰/۴۱۵^{*}$) و تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۴۷۴^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند، اما بین این صفات و وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری وجود نداشت.

بنابراین می‌توان گفت که در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح تاثیر بیشتری بر افزایش عملکرد دانه داشت و لاین‌های گندم به دلیل وجود شرایط محیطی مناسب به ویژه در دسترس بودن رطوبت کافی (حاصل از حجم و پراکنش بارندگی‌ها) افزایش عملکرد دانه را از طریق تولید پنجه‌های بارور فراهم کردند. به طور معمول افزایش یک جزء عملکرد با کاهش اجزای دیگر عملکرد دانه همراه می‌باشد. به عبارت دیگر لاین‌های گندم با سازکار خودتنظیمی و ایجاد تعادل بین اجزای عملکرد دانه زمینه افزایش عملکرد دانه را از طریق تولید سنبله بیش‌تر فراهم کردند.

نتایج به دست آمده از مطالعه همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد سنبله در واحد سطح با یافته‌های احمد و همکاران (Ahmed *et al.*, 2003) همخوانی داشت ولی با نتایج مقدم و همکاران (Moghaddam *et al.*, 1997) مطابقت نداشت. هر چند بین عملکرد دانه و تعدادی از اجزای آن رابطه مثبتی وجود دارد، ولی وجود همبستگی منفی بین برخی اجزای عملکرد سبب شده است که انتخاب همه آن‌ها نتواند به عنوان

عـاملی مفیـد در افـزایش عملکـرد دانـه غـلات مطرح باشد (Rharrabti *et al.*, 1998).

در مجموع، نتایج نشان داد که از مجموع ۲۰ لاین و رقم منطقه معتـدل مـورد بررسـی در ایـن آزمـایش هشـت لایـن و رقـم بهـاران LT50 (مقاومـت بـه سـرما) بـیش‌تـری نسـبت بـه رقـم پارسی (^{0}C 6-) داشتند و بالاترین LT50 مربوط به لاین M-94-7 با LT50 به میزان ^{0}C 12- بـود. LT50 رقم میهن (شاهد منطقه سرد) 12^{0}C- بود که دو رقم حیدری و اروم پایین‌تر از آن و رقـم زارع بـالاتر از شـاهد بودنـد. عـلاوه بـر ایـن از مجموع ۱۲ لاین اقلیم سرد مورد بررسی در ایـن آزمایش هشت لاین LT50 (مقاومت بـه سـرما) بالاتری نسبت به شاهد داشتند و بالاترین LT50 مربوط به لاین‌هـای C-94-11 و C-94-13 بـا - ^{0}C 15 بود. با بررسی تـوام مقاومـت بـه سـرما و عملکرد دانه مشخص شد که شش لایـن منطقـه معتدل هم مقاومت به سرما و هـم عملکـرد دانـه بیشتری نسبت به شاهد (رقم پارسی) داشتند.

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از رئیس محترم بخـش تحقیقـات غـلات جنـاب آقـای دکتـر محسـن اسماعیل‌زاده‌مقدم برای فـراهم نمـودن امکانـات لازم و جناب آقای مهنـدس علـی قربـانی بـرای همکــاری صــمیمانه در اجــرای ایــن پــروژه سپاسگزاری می‌کنند.

References

Ahmed, H. M., Khan, B. M., Khan, S., Kissana, N. S., and Laghari, S. 2003. Path coefficient analysis in bread wheat. Asian Journal of Plant Science 2 (6): 491- 494.

Andrews, J. E. 1958. Controlled low temperature tests of sprouted seeds as a measure of cold hardiness in winter wheat varieties. Canadian Journal of Plant Science 38: 1-7.

Anonymous, 1998. Summary of achievements, research and training program 1998/1999. Iran/ICARDA collaboration project sixth planning and coordination meeting, Maragheh, Iran (in Persian).

Anonymous 2017. FAO statistics of agricultural crops in the world. Available at: http://www.fao.org.

Ansari Maleki, Y., Rajabi, R., Azimzadeh, S. M., Hesami, A., Solaimani, K., and Abedi Asl, G. 2007. Study on adaptability and stability of grain yield of barley genotypes in cold rainfed conditions. Seed and Plant 23: 387-402 (in Persian).

Asadi, A., and Karbalaei, S. 2015. Late frost damage to agricultural crops in 2015 in

Iran. 18 pp.

Fowler, D. B. 1992. Cultivar development and selection. Pp. 801-818. In: Winter wheat production manual. Ducks Unlimited Canada, Yorkton, SK.

Fowler D. B., and Gusta, L. V. 1979. Selection for winter hardiness in wheat. I. Identification of genotypic variability. Crop Science 19: 769-772.

Fowler, D. B., Gusta L. V., and Tyler, N. J. 1981. Selection for winter hardiness in wheat. III. Screening methods. Crop Science 21: 896-901.

Fowler, D. B., and Limin, A. E. 1997. Breeding for winter hardiness in cereals. Acta Agronomia Hungarica 45: 301-309.

Fowler, D. B., Limin, A. E., and Ritchie, J. T. 1999. Low-temperature tolerance in cereals: Model and genetic interpretation. Crop Science 39: 626-633.

Gfeller, F., and Siminovitch, D. 1967. Testing for frost hardiness in winter wheat. Wheat News 14: 27.

Hendry, G. A. F. 1993. Evolutionary origins and natural functions of fructans: a climatological, biogeography and mechanistic appraisal. New Phytologist 123: 3-14.

Hurry, V. M., Strand, A., Tobiaeson, M., Gardestrom, P., and Oquist, G. 1995. Cold hardening of spring and winter wheat and rape results in differential effects on growth, carbon metabolism, and carbohydrate content. Plant Physiology 109: 697-706.

Iba, K. 2002. Acclimative response to temperature stress in higher plants: Approaches of gene engineering for temperature tolerance. Annual Review of Plant Biology 53: 225-245.

Levitt, D. C. 1980. Response of plants to environmental stresses. Academic Press, Newyork, USA. 607 pp.

Limin, A. E., and Fowler, D. B. 1988. Cold hardiness expression in interspecific hybrids and amphiploids of the Triticeae. Genome 30: 361-365.

Limin, A. E., and Fowler, D. B. 2006. Low-temperature tolerance and genetic potential in wheat (*Triticum aestivum* L.): responses to photoperiod, vernalization and plant development. Planta 224: 360-366.

Limin, A. E., Gao, M., Selvaraj, G., and Fowler, D. B. 2003. The phenotypically affected *Vrn-1* region of wheat: evidence of multipule copies of Arabidposis

autonomous flowering pathway orthologs and their effect on fowlering. Proceedings of the 10th International Wheat Genetics Symposium 3: 983-985.

Mahfoozi, S., Limin, A. E., Hayes, P. M., Hucl, P., and Fowler, D. B. 2000. Influence of photoperiod response in the expression of cold hardiness in wheat and barley . Canadian Journal of Plant Science 80: 721-724.

Mahfoozi, S., Limin, A. E., and Fowler, D. B. 2001. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. Crop Science 41: 1006-1011.

Mahfoozi, S., Limin, A. E., Ahakpaz, F., Roustaii, M., Ketata, H. and Fowler, D. 2005a. Regulation of low-temperature toleranci in barley under field conditions in north-west Iran. Canadian Journal of Plant Science 85: 587-592.

Mahfoozi, S., Roustaii, M., and Ansari Maleki, Y. 2005b. Determination of low-temperature tolerance in some bread wheat, durum wheat and barley genotypes. Seed and Plant 21: 467-483 (in Persin).

Mahfoozi, S., Limin, A. E., Ahakpaz, F., and Fowler, D. B. 2006. Phenological development and expression of freezing resistance in spring and winter wheat under field conditions in north-west of Iran. Field Crops Research 97: 182-187.

Moghaddam, M., Ehdaie, B., and Waines, J. D. G. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southern Iran. Euphytica 95: 361- 369.

Pomeroy, M. K., and Fowler, D. B. 1973. Use of lethal dose temperature estimates as indices of frost tolerance for wheat cold acclimated under natural and controlled environments. Canadian Journal of Plant Science 53: 489-494.

Rharrabti, Y., Elhani, S., Martos Nunes, V., and Garcia Del Moral, L. F. 1998. Relationship between some quality traits and yield of durum wheat under southern Spain conditions. CIHEAM-Option Mediterraneans 40: 529- 531.

Roustaii, M. 1997. Cold tolerance in winter winter wheat and relationship with morpho-physiological traits. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran. 68 pp. (in Persian).

Roustaii, M. 2009. Study of cold tolerance and some agronomic traits of bread and durum wheat genotypes in dryland areas. Seed and Plant Improvement Journal 25-1:

275-295 (in Persian).

Sadeghzadeh Ahari, D. 2001. Study of yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with different growth habits in two planting dates for determination of the proper type of cultivar for cold regions of dryland areas. Agricultural Journal 13: 1-10 (in Persian).

Warnes, D. D., Schimidt, J. W., and Johonson, V. A. 1971. Correlation between artificial crown freezing and survival in winter barley. Pp. 364-377. In: Barley Genetics II. Proceedings of the 2^{nd} International Barley Genetics Symposium.

Withers L. A., and King, P. J. 1979. Proline: a novel cryoprotectant for the freeze preservation of cultured cells of *Zea mays*. Plant Physiology 64: 675-678.

Skinner, D. Z., and Bellinger, B. S. 2017. Freezing tolerance of winter wheat as influenced by extended growth at low temperatures and exposure to freeze–thaw cycles. Canadian Journal of Plant Science 97 (2): 250-256.